

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(4)

(11)Publication number : 2002-298378

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/0065

G03C 1/73

G03H 1/26

(21)Application number : 2001-100881 (71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

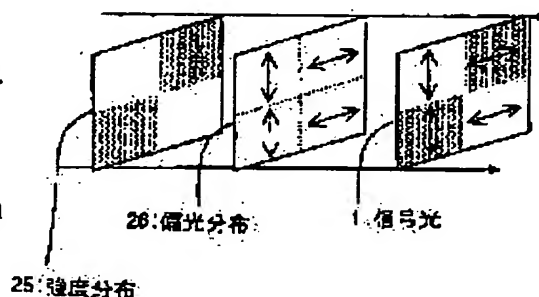
(22)Date of filing : 30.03.2001 (72)Inventor : MITSUNABE JIRO
KONO KATSUNORI

(54) METHOD FOR OPTICAL RECORDING AND OPTICAL RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for optical recording and an optical recorder in which a plurality of data groups can be recorded with one exposure in multiple as holograms in one region of an optical recording medium and fast recording is possible.

SOLUTION: Signal light 1 holding a first data group by the intensity distribution 25 and a second data group by the polarization distribution 26 is made to irradiate a specified region of an optical recording medium together with referential light to perform multiple recording of the polarization distribution 26 and the intensity distribution 25 of the signal light as holograms. Thus, by recording a plurality of data groups at a time in the optical recording medium, significantly fast recording is realized compared to the conventional method.



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An optical recording method which irradiates a predetermined region of an optical recording medium with an optical signal which holds two or more data constellations according to polarization distribution and intensity distribution simultaneously with a reference beam, and carries out multiplex recording by making polarization distribution and intensity distribution of this optical signal into a hologram.

[Claim 2] The optical recording method according to claim 1 which said optical signal holds the 1st data constellation according to intensity distribution, and holds the 2nd data constellation according to polarization distribution.

[Claim 3] The optical recording method according to claim 2 which gives polarization distribution corresponding to the 2nd data constellation to light which holds the 1st data constellation according to intensity distribution, and generates said optical signal.

[Claim 4] The optical recording method according to claim 2 or 3 with the larger minimum intensity of said intensity distribution than 0.

[Claim 5] An optical recording method given in any 1 paragraph of claims 1-4 which have a polarization induction layer which consists of polymers or a polymer liquid crystal which has a basis which said optical recording medium equips the whole surface side with photoinduced birefringence nature at least, and is photoisomerized to a side chain.

[Claim 6] The optical recording method according to claim 5 with which said basis to photoisomerize contains an azobenzene skeleton.

[Claim 7] The optical recording method according to claim 5 or 6 said polymers or whose polymer liquid crystals are at least one sort of monomer polymers chosen from a polyester group.

[Claim 8] Hold the 1st data constellation according to intensity distribution of polarization of a determined direction, and. An optical recording method which irradiates a predetermined region of an optical recording medium with an optical signal which holds the 2nd data constellation according to intensity distribution of polarization of a different direction from this determined direction simultaneously with a reference beam, and carries out multiplex

recording by making polarization distribution and intensity distribution of this optical signal into a hologram.

[Claim 9]An optical recording device comprising:

A light source which emits a coherent light.

Two or more spatial-light-modulation machines which generate an optical signal which modulates light from said light source and holds two or more data constellations according to polarization distribution and intensity distribution.

An optical signal irradiation means which irradiates a predetermined region of an optical recording medium with said optical signal.

A reference beam irradiation means which irradiates said predetermined region of an optical recording medium with a reference beam simultaneously with an optical signal.

[Claim 10]The optical recording device comprising according to claim 9:

The 1st spatial-light-modulation machine that generates an optical signal which said two or more spatial-light-modulation machines carry out intensity modulation of the light from said light source according to the 1st data constellation, and holds the 1st data constellation according to intensity distribution.

The 2nd spatial-light-modulation machine that generates an optical signal which carry out polarization modulation of the optical signal holding said 1st data constellation according to the 2nd data constellation, and the 1st data constellation is held according to intensity distribution, and holds the 2nd data constellation according to polarization distribution.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention relates to the optical recording method and optical recording device which carry out hologram recording of the information to an optical recording medium about an optical recording method and an optical recording device.

[0002]

[Description of the Prior Art]As represented by a compact disc (CD), a magneto-optical disc (MO), digital versatile disk (DVD), etc., the optical memory used now is a superficial two-dimensional memory. The necessity for a high speed and a bulk memory is increasing with development of multimedia art in recent years. However, in the present two-dimensional optical memory, storage density is restricted to 5 Gbit/cm² by the diffraction limit of light. Therefore, in order to perform high-density record, it is necessary to record information by three dimensions including the depth direction of the recording medium.

[0003]The holographic memory which records information in the form of a hologram is a Motomitsu Mitsugi memory, and the record in large scale is possible for it. A holographic memory is a page type memory.

It has the rapidity by package record and reproduction in the page unit of two dimensional data.

For this reason, the holographic memory attracts attention as a next-generation recording medium.

[0004]A holography is art recorded and reproduced through the amplitude (intensity) of a light wave, and the information on a phase. If one more coherent light (reference beam) is simultaneously entered into a recording medium when irradiating an object with a coherent light like a laser beam and entering the catoptric light (object light) from an object into a recording medium, an interference fringe will be formed on a recording medium. It is the hologram which recorded the light intensity distribution by this interference into the medium as change of a refractive index or an absorptivity. If only a reference beam is entered into the recording medium with which the hologram was recorded, a hologram will work as a

diffraction grating and object light will be reproduced.

[0005]The hologram recording of digital data is also possible by changing digital data (binary data of 0 or 1) into an ON-and-OFF pattern using a spatial-light-modulation machine, and entering a recording medium as object light. The original binary data is renewable from the electrical signal acquired by irradiating a recording medium with a reference beam, reproducing object light, receiving light by a photodetector and carrying out photoelectric conversion of the reproduced object light.

[0006]Generally as a method which carries out multiplex recording of two or more holograms to the same space area, angle multiplex, wavelength multiplexing, phase multiplex, surface-of-a-sphere reference beam shift multiplex, etc. are known. The angle multiplex mode is used most widely especially.

According to this method, the record reproduction of the different hologram by changing and recording the degree of incidence angle of a reference beam can be carried out.

[0007]In JP,10-340479,A and JP,2000-67459,A, these people changed the polarization direction of the optical signal or the reference beam, and have proposed the optical recording method which records two or more optical signals on the same field of an optical recording medium as two or more holograms multiplex. By making mutually the direction of the linear polarization of an optical signal and a reference beam into two kinds, a parallel direction and the direction which goes direct mutually, in this optical recording method, Two optical signals are recordable on the same field of the optical recording medium (a polarization induction type optical recording medium is called hereafter) which induces the polarization condition of incident light and can record a polarization direction as a hologram of two sheets multiplex.

[0008]For example, the 1st optical signal is recorded on the predetermined region of a polarization induction type optical recording medium as a hologram (light intensity hologram) of the 1st sheet in the 1st step by making both an optical signal and a reference beam into s-polarized light at the time of record. In the 2nd step, a reference beam rotates 90 degrees of the directions of the linear polarization of an optical signal with s-polarized light, considers it as p-polarized light, and records the 2nd optical signal on the field to which the hologram of the 1st sheet of the optical recording medium was recorded as a hologram (polarization hologram) of the 2nd sheet. However, a light intensity hologram and a polarization hologram may record any first.

[0009]It is also possible as above-mentioned to record on multiplex the polarization hologram which changes the polarization direction of an optical signal into the same field of an optical recording medium, and holds a data constellation according to space polarization distribution to it, and the light intensity hologram which holds a data constellation according to intensity distribution or phase distribution.

[0010]At the time of read-out, a light intensity hologram and a polarization hologram irradiate the predetermined region recorded on multiplex with the read light which the same

as that of the reference beam at the time of record or is phase conjugation light. The diffracted light which has an s-polarized light ingredient by a light intensity hologram and a p-polarized light ingredient by a polarization hologram by this is obtained.

[0011]The obtained diffracted light can be divided into an s-polarized light ingredient and a p-polarized light ingredient using light polarizers, such as a polarization beam splitter, and two data in which multiplex recording is carried out by each hologram can be separated and taken out by detecting independently an s-polarized light ingredient and a p-polarized light ingredient.

[0012]Thus, since according to the method mentioned above two or more holograms can be recorded on multiplex and two or more holograms can be separated and read to the same field of an optical recording medium from the same field, storage capacity can be used as twice the conventional holographic memory.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, when changing and carrying out multiplex recording of the polarization direction of an optical signal as mentioned above, the optical recording medium had to be exposed for every optical signal from which a polarization direction differs, hologram recording had to be performed respectively, and it was the same as the conventional recording methods, such as an angle multiplex mode, in the field of the recording rate.

[0014]This invention is made in view of the above-mentioned situation, and the purpose of this invention is to be able to record two or more data constellations on the same field of an optical recording medium by one exposure multiplex, and to provide the optical recording method in which speed recording is possible, and an optical recording device.

[0015]

[Means for Solving the Problem]To achieve the above objects, an optical recording method of this invention irradiates a predetermined region of an optical recording medium with an optical signal which holds two or more data constellations according to polarization distribution and intensity distribution simultaneously with a reference beam, and carries out multiplex recording by making polarization distribution and intensity distribution of this optical signal into a hologram.

[0016]In an optical recording method of this invention, an optical signal holds two or more data constellations according to polarization distribution and intensity distribution. That is, two or more data constellations can be made to hold to an optical signal by using luminous intensity and a polarization direction as a data carrier. Since a predetermined region of an optical recording medium is irradiated with this optical signal simultaneously with a reference beam and multiplex recording is carried out by making polarization distribution and intensity distribution of this optical signal into a hologram, two or more data constellations are recordable on the same field of an optical recording medium by one exposure by this optical signal multiplex. Compared with the former, large improvement in the speed is realizable as the record time becomes half, when recording two data

constellations simultaneously, for example by recording a data constellation of this passage plurality on an optical recording medium simultaneously.

[0017]As an optical signal for performing hologram recording, the 1st data constellation is held according to intensity distribution, and an optical signal which holds the 2nd data constellation according to polarization distribution is preferred. Such an optical signal can give and generate polarization distribution corresponding to the 2nd data constellation in light which holds the 1st data constellation according to intensity distribution. When intensity distribution expresses the 1st data constellation, it is preferred that the minimum intensity of intensity distribution is larger than zero.

[0018]The material in which photoinduced birefringence nature (called optical induction dichroism or photoinduced anisotropy) is shown can induce a polarization condition of light which enters into this, and can record a polarization direction of incident light. Polymers or a polymer liquid crystal which has also in this a basis photoisomerized to a side chain is excellent in a recording characteristic. Therefore, as an optical recording medium, the whole surface side is equipped with photoinduced birefringence nature, and what provided a polarization induction layer which consists of polymers or a polymer liquid crystal which has a basis photoisomerized to a side chain is preferred at least. As a basis to photoisomerize, a thing containing an azobenzene skeleton is preferred, and at least one sort of monomer polymers chosen from a polyester group are preferred as polymers or a polymer liquid crystal.

[0019]Hold the 1st data constellation according to intensity distribution of polarization of a determined direction, and. A predetermined region of an optical recording medium is irradiated with an optical signal which holds the 2nd data constellation according to intensity distribution of polarization of a different direction from this determined direction simultaneously with a reference beam, and polarization distribution and intensity distribution of this optical signal are made into a hologram, and it may be made to carry out multiplex recording.

[0020]An optical recording device of this invention modulates light from a light source which emits a coherent light, and said light source, Two or more spatial-light-modulation machines which generate an optical signal which holds two or more data constellations according to polarization distribution and intensity distribution, It constituted including an optical signal irradiation means which irradiates a predetermined region of an optical recording medium with said optical signal, and a reference beam irradiation means which irradiates said predetermined region of an optical recording medium with a reference beam simultaneously with an optical signal.

[0021]In an optical recording device of this invention, a coherent light emitted from a light source with two or more spatial-light-modulation machines is modulated, and an optical signal which holds two or more data constellations according to polarization distribution and intensity distribution is generated. That is, coherent luminous intensity and a polarization direction which were emitted from a light source can be modulated with two or more spatial-

light-modulation machines, and an optical signal which made two or more data constellations hold can be generated. Since an optical signal irradiation means irradiates a predetermined region of an optical recording medium with this optical signal, a reference beam irradiation means irradiates said predetermined region of an optical recording medium with a reference beam simultaneously with an optical signal and multiplex recording is carried out by making polarization distribution and intensity distribution of this optical signal into a hologram, Two or more data constellations are recordable on the same field of an optical recording medium by one exposure by this optical signal multiplex.

[0022]The 1st spatial-light-modulation machine that generates an optical signal which two or more spatial-light-modulation machines carry out intensity modulation of the light from a light source according to the 1st data constellation, for example, and holds the 1st data constellation according to intensity distribution, According to the 2nd data constellation, carry out polarization modulation of the optical signal holding the 1st data constellation, and the 1st data constellation is held according to intensity distribution, and it can ** constitute with the 2nd spatial-light-modulation machine that generates an optical signal which holds the 2nd data constellation according to polarization distribution.

[0023]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described with reference to drawings.

[0024]First, the polarization induction type optical recording medium used by this invention is explained.

[0025]As shown in drawing 1 (A), the polarization induction type optical recording medium 10 forms the polarization induction layer 12 which shows photoinduced birefringence nature in the whole surface side of the transparent substrates 11, such as a glass substrate, and is constituted. It irradiates with the optical signal 1 and the reference beam 2 at the time of record from the polarization induction layer 12 side so that it may illustrate. In order to realize volume type (three dimension) record, about at least 10 micrometers of thickness of the polarization induction layer 12 are necessity, and their larger one is desirable. If the thickness of the polarization induction layer 12 shall be 1 mm, the storage capacity of about 100 sheets of CD-ROM can be obtained.

[0026]A polarization induction type optical recording medium may form the optical-recording-medium 10 whole in the polarization induction layer 12 which shows photoinduced birefringence nature, as shown in drawing 1 (B). Thickness of the polarization induction layer 12 10 in this case, i.e., an optical recording medium, is made the same as the thickness of the polarization induction layer 12 of drawing 1 (A).

[0027]In the case of which [of drawing 1 (A) and (B)], the optical recording medium 10 is formed so that it may have a sufficiently big spread compared with a sheet shaped, i.e., thickness, as a whole. As for the optical recording medium 10, it is preferred to consider it as disk form.

[0028]The polarization induction layer 12 shows photoinduced birefringence nature, and as

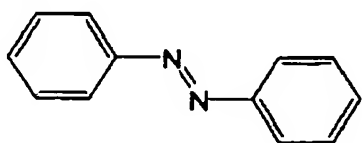
long as it is the material which can record the above-mentioned polarization hologram irrespective of the value of the angle of polarization between the optical signal 1 and the reference beam 2, it may comprise what kind of material. The polymers or the polymer liquid crystal which has a basis photoisomerized to a side chain as a suitable material, or the polymers which distributed the molecule to photoisomerize can be mentioned. As the basis to photoisomerize or a molecule, what contains an azobenzene skeleton, for example is preferred.

[0029]Azobenzene shows Torrance Sis's photoisomerization by the exposure of light. If it will become the molecular structure shown in a following chemical formula (A) if it becomes trans form, and it becomes a cis form, it will become the molecular structure shown in a following chemical formula (B). Since the cis form is thermally unstable, before optical pumping of the azobenzene is carried out, trans form exists mostly, and trans form is isomerized to a cis form by optical pumping. If azobenzene is irradiated with the light of linear polarization, directivity will be produced in photoisomerization and orientation change of azobenzene will be caused. As a result, directivity appears in an absorptivity or a refractive index. Generally, these character is called photoinduced birefringence nature, optical induction dichroism, or photoinduced anisotropy. The these-excited anisotropy is eliminable by irradiating with the light which is not polarized [circular light or].

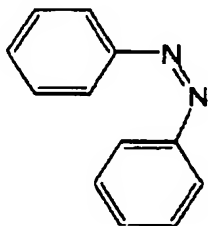
[0030]

[Formula 1]

化学式 (A)



化学式 (B)

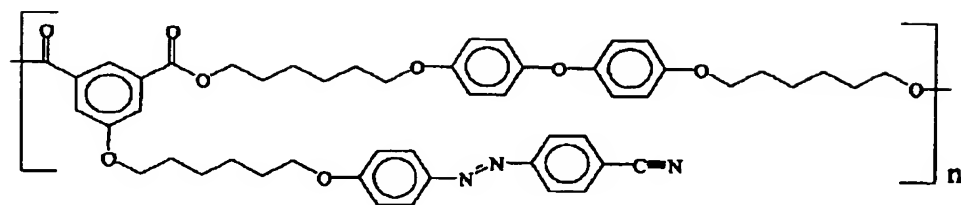


[0031]The polyester which has cyanoazobenzene can be mentioned to the side chain expressed with the following chemical formula as a suitable example of the material of the polarization induction layer 12. This polyester originates in the photoinduced anisotropy by photoisomerization of the cyanoazobenzene of a side chain, The polarization direction of an optical signal is made into a hologram. . Are recordable. ("Holographic recording and retrieval of polarized light by use of polyester containing cyanoazobenzene units in the side) chain", K.Kawano, T. Ishii, J. Minabe, T. Niitsu, Y.Nishikata and K. Baba, Opt. Lett. Vol. 24 (1999) pp. 1269-1271.

[0032]

[Formula 2]

化学式(C)



[0033]The optical recording medium 10 provided with the polarization induction layer 12 which consists of the above-mentioned polyester material is producible by carrying out the cast and making it dry on the glass substrate which washed the chloroform fluid of polyester. When the absorption spectrum of the optical recording medium 10 with which the polarization induction layer 12 of 20 micrometers of thickness was formed was measured, the spectrum which has a peak near 365 nm equivalent to π - π^* transition of azobenzene was acquired.

[0034]The manufacturing method of an optical recording medium is not restricted to this, may carry out the spin coat of the material of the polarization induction layer 12 on a substrate, may produce an optical recording medium, pours in the material of the polarization induction layer 12 to a parallel plate cell, and may produce an optical recording medium. The material of the polarization induction layer 12 may be pasted up on a film like substrate with a hotpress, and an optical recording medium may be produced.

[0035]The polymers or the polymer liquid crystal which has this azobenzene in a side chain, or the polymers which distributed azobenzene to the optical recording medium 10 which it has as the polarization induction layer 12. When recording a hologram, the same field of the optical recording medium 10 is simultaneously irradiated with the respectively coherent optical signal 1 and the reference beam 2.

[0036]In this case, when a polarization direction of the optical signal 1 and the reference beam 2 is mutually parallel, as it is shown in drawing 2 (A), for example, when both the optical signal 1 and the reference beam 2 are s-polarized light, light intensity distribution is produced in the optical recording medium 10 by two interferences of light wave of the optical signal 1 and the reference beam 2. And orientation change of azobenzene is caused [strong] despite light intensity. Therefore, a lattice of an absorptivity corresponding to light intensity distribution or a refractive index is recorded as a hologram.

[0037]On the other hand, when a polarization direction of the optical signal 1 and the reference beam 2 is made to intersect perpendicularly mutually, as it is shown in drawing 2 (B), for example, when the optical signal 1 is made into p-polarized light and the reference beam 2 is made into s-polarized light, light intensity distribution [like] when a polarization direction of the optical signal 1 and the reference beam 2 is mutually parallel is not

produced. Instead, a polarization direction is modulated in spatial period and the linear polarization portion 8 and the elliptical polarization portion 9 appear periodically by turns. [0038]In this case, although it becomes uniform [light intensity distribution], since orientation change of azobenzene is caused according to modulated polarization distribution, a lattice of a mold of an absorptivity or a refractive index with which directivity differs spatially is recorded as a hologram.

[0039]Henceforth, a hologram by light intensity distribution when a polarization direction of the optical signal 1 and the reference beam 2 is parallel is called a light intensity hologram like drawing 2 (A), and a hologram by polarization distribution in case a polarization direction of the optical signal 1 and the reference beam 2 intersects perpendicularly like drawing 2 (B) is called a polarization hologram.

[0040]Thus, according to the optical recording medium 10 provided with polymers or a polymer liquid crystal which has azobenzene in a side chain, or polymers which distributed azobenzene as the polarization induction layer 12. A hologram is recordable as a result of inducing the anisotropy of azobenzene, even if a polarization direction of the optical signal 1 and the reference beam 2 is parallel and it lies at right angles.

[0041]If a polarization direction of the hologram read light 3 is made into a polarization direction of the reference beam 2, and the same direction in each above-mentioned case, the diffracted light 4 with the same polarization condition as the optical signal 1 can be obtained. A recorded hologram will be held without relaxation under room temperature available light for several years or more.

[0042]An example of an optical recording device of this invention is shown in drawing 3. This optical recording device is applicable also to read-out (reproduction) of recorded information.

[0043]As shown in drawing 3, this optical recording device is provided with the recording head 22 which irradiates a predetermined region of the optical recording medium 10 with the optical signal 1 and the reference beam 2 simultaneously, and records a hologram, and the read station 23 which reads the diffracted light 4 by a recorded hologram.

[0044]The recording head 22, A coherent light. Light from the light source 40 and the light source 40 to emit. The lenses 43 and 44 which carry out parallel Guanghua of the light wave which penetrated the beam splitter 41 divided into an object for optical signals, and two light waves for reference beams, and the beam splitter 41, the 1st spatial-light-modulation machine 20 that carries out intensity modulation of the light wave by which parallel Guanghua was carried out, and a light wave by which intensity modulation was carried out. It has the condenser 45 which condenses the 2nd spatial-light-modulation machine 30, intensity modulation, and optical signal 1 by which polarization modulation was carried out that carries out polarization modulation to a predetermined region of the optical recording medium 10, and the mirrors 47 and 48 led to a predetermined region of the optical recording medium 10 by making into the reference beam 2 a light wave reflected by the beam splitter 41.

[0045]Between the beam splitter 41 and the lens 43, the shutter 42 which intercepts a light wave for optical signals is arranged. This shutter 42 is closed at the time of read-out, the optical signal 1 is intercepted, and the optical recording medium 10 is entered by making into read light only the reference beam 2 reflected by the beam splitter 41.

[0046]On the other hand, the read station 23 has the photodetectors 50, such as CCD which detects the diffracted light which enters via the light polarizers 49, such as the lens 46 which carries out parallel Guanhua of the diffracted light 4, and a polarization beam splitter which separates a predetermined polarization component contained in the diffracted light 4, and the light polarizer 49.

[0047]It is respectively connected to the computer 21 and the 1st spatial-light-modulation machine 20 and the 2nd spatial-light-modulation machine 30 are respectively controlled by the computer 21.

[0048]As the light source 40, what material of the polarization induction layer 12 of the optical recording medium 10 has sensitivity, and emits a coherent light can be used. When using for the polarization induction layer 12 polyester which has cyanoazobenzene in a side chain, it is preferred to use argon ion laser with an oscillation wavelength [corresponding to the skirt of an absorption peak of the optical recording medium 10] of 515 nm for a light source.

[0049]As the 1st spatial-light-modulation machine 20, a transmission type spatial-light-modulation machine in which a transparent electrode was formed to both sides of electrooptics conversion materials, such as a liquid crystal, can be used. A liquid crystal panel for projectors can be mentioned as this type of a spatial-light-modulation machine. A liquid crystal panel for projectors is provided with the transmission type liquid crystal cell 124 in which the electrodes 122 and 123 were formed to both sides of the liquid crystal 121 which is one of the electrooptics conversion members as shown in drawing 4. The polarizing plates 126 and 127 are arranged at the both-sides [of the liquid crystal cell 124], i.e., input and output, side.

[0050]As the 2nd spatial-light-modulation machine 30, a transmission type spatial-light-modulation machine in which a transparent electrode was formed to both sides of electrooptics conversion materials, such as a liquid crystal, as well as the 1st spatial-light-modulation machine 20 can be used. However, in order to make polarization modulation possible, to use a liquid crystal panel for the above-mentioned projectors, it is necessary to remove a polarizing plate arranged at least at an output side.

[0051]In a spatial-light-modulation machine which performs this polarization modulation, polarization of light which enters into each pixel is modulated by forming two or more pixels in two dimensions, operating each pixel as 1/2 wavelength plate, and giving information on a bit corresponding to each pixel in two dimensional data as existence of voltage impressing.

[0052]For example, as shown in drawing 5, the incident light 6 enters the spatial-light-modulation machine 30 as s-polarized light. And in a pixel to which voltage of the spatial-

light-modulation machine 30 is not impressed, an axis of $1/2$ wavelength plate becomes parallel to a polarization direction of the incident light 6, and the optical signal 1a which penetrated this pixel turns into s-polarized light. On the other hand, an axis of $1/2$ wavelength plate rotates 45 degrees of pixels to which voltage of the spatial-light-modulation machine 30 was impressed, 90 degrees of polarization directions of the incident light 6 are rotated, and the optical signal 1b which penetrated this pixel turns into p-polarized light. Thus, the optical signal 1 which passed the spatial-light-modulation machine 30 has the space polarization distribution corresponding to two dimensional data given to the spatial-light-modulation machine 30.

[0053]Coherent light outputted from the light source 40 is divided into an object for optical signals, and two light waves for reference beams by the beam splitter 41. Let a light wave which penetrated the beam splitter 41 be a parallel beam with a big light diameter with the lenses 43 and 44. Then, intensity modulation of the light wave by which parallel Guanhua was carried out is carried out with the 1st spatial-light-modulation machine 20, polarization modulation is carried out with the 2nd spatial-light-modulation machine 30, and the optical signal 1 is generated.

[0054]A process which a data constellation multiplexes is shown in drawing 6. First, according to the 1st data constellation, intensity modulation of the light wave which entered is carried out with the 1st spatial-light-modulation machine 20, and a light wave which has the intensity distribution 25 corresponding to the 1st data constellation is generated. Next, according to the 2nd data constellation, polarization modulation of the light wave by which intensity modulation was carried out is carried out with the 2nd spatial-light-modulation machine 30, and the optical signal 1 given the polarization distribution 26 corresponding to the 2nd data constellation is generated. That is, a data constellation has multiplexed to the obtained optical signal 1, and the optical signal 1 holds the 1st data constellation according to the intensity distribution 25, and it holds the 2nd data constellation according to the polarization distribution 26.

[0055]Data information explains to an example in detail a case where data information (2x2 pixels or 2x2 bits) is made to hold for convenience, about multiplexing.

[0056]The 1st data constellation (data page) is shown in drawing 7 (a). With the 1st spatial-light-modulation machine 20, it corresponds to a data page shown in drawing 7 (a). A light wave which entered is modulated and digital data expressed by intensity distribution of a binary is generated so that light intensity of a pixel corresponding to I_0 and data "1" in light intensity of a pixel corresponding to data "0" may serve as I_1 ($I_0 < I_1$) (drawing 7 (b)). That is, a pixel corresponding to data "0" is a pixel of "dark", and a pixel corresponding to data "1" is a pixel of "light". It is $I_0 \neq 0$ here and all the pixels of the spatial-light-modulation machine 20 make light penetrate. By being referred to as $I_0 \neq 0$, a light wave which carried out polarization modulation about all the pixels as shown below can be obtained.

[0057]The 2nd data constellation (data page) is shown in drawing 7 (c). A light wave by

which intensity modulation was carried out with the 1st spatial-light-modulation machine 20 enters into the 2nd spatial-light-modulation machine 30 next. A light wave which penetrated the 1st spatial-light-modulation machine 20 has a predetermined polarization azimuth with a polarizing plate of the 1st spatial-light-modulation machine 20. With the 2nd spatial-light-modulation machine 30, corresponding to a data page shown in drawing 7 (c), so that a polarization azimuth of a pixel corresponding to 0 degree (p-polarized light) and data "1" in a polarization azimuth of a pixel corresponding to data "0" may be 90 degrees (s-polarized light), A light wave which entered is modulated and digital data expressed by polarization distribution of a binary is generated (drawing 7 (d)).

[0058]In the above-mentioned case, since a light wave eventually modulated with two spatial modulation machines serves as the optical signal 1, as shown in drawing 7 (e), the 1st data page is coded by intensity modulation and the 2nd data page is coded by the obtained optical signal 1 by polarization modulation.

[0059]In the above-mentioned multiplex system, two data pages can be multiplex-codes-ized to one light wave by combining two spatial-light-modulation machines with multistage at speed which light spreads. Although 2x2 pixels was explained to an example for convenience above, if a 1000x1000-pixel spatial-light-modulation machine is used, a 1 million-bit data page can be multiplex-codes-ized at high speed at a time, for example.

[0060]at the time of record, it is shown in drawing 3 and drawing 8 (a) -- as -- intensity modulation and the optical signal 1 by which polarization modulation was carried out -- the lens 45 -- reduction -- or the Fourier transform is carried out and a predetermined region of the optical recording medium 10 glares. On the other hand, it is reflected by the mirrors 47 and 48, and the reference beam 2 reflected by the beam splitter 41 is led to a predetermined region of the optical recording medium 10, and it enters into the optical recording medium 10 so that the optical signal 1 may be intersected in an optical recording medium. Thus, hologram recording is performed by irradiating the same field with the optical signal 1 and the reference beam 2 simultaneously.

[0061]At the time of reproduction, as shown in drawing 3 and drawing 8 (b), the shutter 42 is closed, the optical signal 1 is intercepted, and the optical recording medium 10 is irradiated by making only the reference beam 2 into the read light 3. The read light 3 is diffracted as if the optical signal 1 penetrated the optical recording medium 10. A diffracted light wave (diffracted light 4) carries out image formation of this to the photodetector 50 with the lens 46. This diffracted light 4 holds intensity distribution which held the same polarization distribution as the optical signal 1, and is proportional to the optical signal 1.

[0062]The 1st data constellation can be read in intensity distribution of the diffracted light 4 detected with the photodetector 50. What is necessary is just to set a transmission axis of the light polarizer 49 arranged at an optical path of the diffracted light 4 as 45 degrees not spoil intensity distribution, in reading the 1st data constellation. Since intensity of the diffracted light 4 is proportional to the optical signal 1, if the proportionality coefficient is set to alpha, light intensity of a pixel of "dark" corresponding to data "0" will serve as αI_0 ,

and light intensity of a pixel of "*" corresponding to data "1" will serve as α_1 . Here, "1" and "0" which are each bit value of the 1st data page can be distinguished by setting up a threshold between α_0 and α_1 .

[0063]In reading the 2nd data constellation, the light polarizer 49 separates either the 0-degree polarization component of the diffracted light 4, or a 90-degree polarization component, and the photodetector 50 detects a separated polarization component. The 2nd data constellation can be read in intensity distribution of a polarization component detected with this photodetector 50.

[0064]For example, if a case where a 90-degree polarization component is separated is explained, since a portion corresponding to a pixel (it corresponds to "0" of the 2nd data page) of polarization whose polarization azimuth of the diffracted light 4 is 0 degree will not penetrate the light polarizer 49, light intensity is 0. A portion corresponding to a pixel (it corresponds to "1" of the 2nd data page) of s-polarized light whose polarization azimuth of the diffracted light 4 is 90 degrees serves as β_0 and one light intensity of the β_1 .

β is a proportionality coefficient here. That is, since light intensity of the 90-degree polarization component of the diffracted light 4 is proportional to the optical signal 1, when the 1st data page is expressed with a binary of "1" and "0", light intensity of a corresponding pixel serves as β_0 and β_1 , respectively. Then, in $I_0 < I_1$, "1" and "0" which are each bit value of the 2nd data page can be distinguished by setting a threshold to β_0 between zero.

[0065]With an optical recording method and an optical recording device of this invention, multiplex recording of the optical signal which two or more data constellations which became independent according to intensity distribution and polarization distribution multiplexed can be carried out by one exposure as above. Two or more data constellations can be independently read from the diffracted light reproduced based on a recorded hologram by selection of a polarization component, and a threshold process of a photodetector.

[0066]Although an example which carries out polarization modulation of the light wave by which carried out intensity modulation of the light wave which entered above according to the 1st data constellation with the 1st spatial-light-modulation machine, next intensity modulation was carried out according to the 2nd data constellation with the 2nd spatial-light-modulation machine, and generates an optical signal was explained, a modulating method is not limited to this.

[0067]For example, intensity modulation may be carried out after carrying out polarization modulation. That is, intensity distribution corresponding to the 2nd data constellation can be given to light which holds the 1st data constellation according to polarization distribution, and an optical signal can be generated.

[0068]Intensity modulation of the light wave from which a polarization azimuth differs may

be carried out respectively, and it may multiplex. That is, the 1st data constellation is held according to intensity distribution of polarization of a determined direction, and an optical signal which holds the 2nd data constellation according to intensity distribution of polarization of a different direction from this determined direction is generable. For example, as shown in drawing 9, a polarization azimuth carries out intensity modulation of the light wave (p-polarized light) which is 0 degree according to the 1st data constellation with the 1st spatial-light-modulation machine 20, and a polarization azimuth carries out intensity modulation of the light wave (s-polarized light) which is 90 degrees according to the 2nd data constellation with the 2nd spatial-light-modulation machine 30. And the s-polarized light 28 by which intensity modulation was carried out to the p-polarized light 27 by which intensity modulation was carried out is multiplexed, and the optical signal 1 is generated. The 1st data page is coded by intensity modulation of p-polarized light, and the 2nd data page is coded by intensity modulation of s-polarized light by the obtained optical signal 1.

[0069]It uses together with other multiplex recording methods, such as an angle multiplex mode and a shift multiplex system, and a multiplex recording method of the above-mentioned hologram can also be carried out.

[0070]Although the 1st spatial-light-modulation machine performs intensity modulation and the 2nd spatial-light-modulation machine is performing polarization modulation above, there is no necessity of dividing into a spatial-light-modulation machine for intensity modulation and a spatial-light-modulation machine for polarization modulation, it is both the 1st spatial-light-modulation machine and the 2nd spatial-light-modulation machine, and intensity modulation and polarization modulation may be performed.

[0071]

[Example]Next, although an example explains this invention still in detail, this invention is not limited to the following examples.

[0072]The polarization induction type optical recording medium which used for the polarization induction layer the polyester which has the cyanoazobenzene expressed with said chemical formula (C) in a side chain as an optical recording medium was used. By carrying out the cast of the chloroform fluid of the polyester which has the cyanoazobenzene expressed with said chemical formula (C) in a side chain, and drying it on the washed glass substrate, the polarization induction layer of 20 micrometers of thickness was formed on the substrate, and the optical recording medium was produced. When the absorption spectrum of the optical recording medium was measured, the spectrum which has a peak near 365 nm equivalent to π - π^* transition of azobenzene was acquired.

[0073]The optical recording device of composition of being shown in drawing 3 was used for hologram recording and reproduction. Argon ion laser with an oscillation wavelength of 515 nm was used for the light source 40 of this optical recording device. This wavelength corresponds to the skirt of the absorption peak of an optical recording medium. The size of

1 pixel used the liquid crystal panel 1.3 type for projectors of 640x480 pixels for the 1st spatial-light-modulation machine 20 and the 2nd spatial-light-modulation machine 30 at 42 micrometers x 42 micrometers. However, the polarizing plate is arranged and intensity modulation corresponding to the 1st data constellation can be performed to the output side of the 1st spatial-light-modulation machine 20. On the other hand, there is no polarizing plate in the output side of the 2nd spatial-light-modulation machine 30, and polarization modulation corresponding to the 2nd data constellation can be performed. Here, the 1st spatial-light-modulation machine 20 and the 2nd spatial-light-modulation machine 30 were considered as the composition made to match by a pixel unit.

[0074]As shown in drawing 3, the laser beam outputted from the light source 40 is divided into two light waves by the beam splitter 41. The transmitted light of the beam splitter 41 is made into a parallel beam with a big light diameter with the lenses 43 and 44. Then, the 1st spatial-light-modulation machine 20 and the 2nd spatial-light-modulation machine 30 are penetrated, and it is condensed by the optical recording medium 10 with the lens 45. On the other hand, it is reflected by the mirrors 47 and 48 and the catoptric light of the beam splitter 41 turns into the reference beam 2, and it enters so that the optical signal 1 may be intersected in the optical recording medium 10. the light wave which controlled each of the 1st spatial-light-modulation machine 20 and the 2nd spatial-light-modulation machine 30 by the computer 21, and entered -- intensity modulation -- and polarization modulation was carried out and the optical signal 1 was generated.

[0075]In the 1st spatial-light-modulation machine 20, intensity modulation was performed based on the digital data (the 1st data) shown in drawing 7 (a). Light intensity of the pixel corresponding to data "1" was made into the maximum transmitted light intensity ("***" state), and the digital data expressed with the intensity distribution of the binary which shows drawing 7 (b) the light intensity of the pixel corresponding to data "0" as 50% of light intensity ("dark" state) of a "***" state was generated.

[0076]In the 2nd spatial-light-modulation machine 30, intensity modulation was performed based on the digital data (the 2nd data) shown in drawing 7 (c). The polarization azimuth of the pixel corresponding to data "0" rotated at 0 degree (p-polarized light), and the polarization azimuth of the pixel corresponding to data "1" generated the digital data expressed with the polarization distribution of the binary which is rotated at 90 degrees, and which is made like (s-polarized light) and shown in drawing 7 (d).

[0077]Two or more holograms were recorded by irradiating the optical recording medium 10 with the optical signal 1 with the reference beam 2. Here, the amount of recording exposure was made into about 1 J/cm^2 .

[0078]At the time of read-out, the shutter 42 arranged on the optical path of the optical signal 1 was closed, the optical signal 1 was intercepted, and only the reference beam 2 was entered in the optical recording medium 10. Image formation of the diffracted light 4 was carried out to the photodetector 50 constituted from CCD with the lens 46, and the data

image was read. Light intensity of the read light 3 was made into 10 mW/cm^2 . Here, although the reference beam 2 at the time of record and the light of the same wavelength were used for the read light 3, what is necessary is just to become an optical path by which the recorded Bragg condition of a hologram is fulfilled, and the read light 3 of different wavelength from the reference beam 2 may be used. While reducing the absorption loss by the optical recording medium 10 by using the wavelength greatly separated from the absorption peak of azobenzene, the recorded nondestructive readout of a hologram is realizable.

[0079]The light polarizer 49 separated the 45-degree polarization component of the read diffracted light 4. The separated polarization component was detected by the photodetector 50. The 45-degree polarization component of the diffracted light 4 showed the intensity distribution shown in drawing 7 (b) corresponding to the 1st data page. The intensity of the 45-degree polarization component of the diffracted light 4 was proportional to the optical signal 1, and the diffraction efficiency at the time of read-out was about 10% on condition of this example. Since the direction of the light polarizer 49 accomplishes the polarization azimuth of the diffracted light 4, and 45 degrees, the light intensity of the diffracted light 4 is set to one half by penetrating the light polarizer 49. Therefore, the light intensity of the pixel of a "****" "dark" state corresponding to about 0.5 mW/cm^2 and data "0" for the light intensity of the pixel of a state corresponding to data "1" can be estimated to be about 0.25 mW/cm^2 . By setting up a threshold among both, "1" and "0" which are each bit value of the 1st data page were able to be distinguished.

[0080]Next, in order to read the 2nd data page, the light polarizer 49 separated a 90-degree polarization component. Since the pixel (it corresponds to "0" of the 2nd data page) of the p-polarized light whose polarization azimuth of the diffracted light 4 is 0 degree does not penetrate the light polarizer 49, light intensity is 0. The polarization azimuth of the diffracted light 4 the pixel (it corresponds to "1" of the 2nd data page) of the s-polarized light which is 90 degrees, In the case of the pixel corresponding to the data "1" of the 1st data page, light intensity serves as about 1.0 mW/cm^2 , and, in the case of the pixel corresponding to data "0", light intensity serves as about 0.5 mW/cm^2 which is the 1/2. Then, "1" and "0" which are each bit value of the 2nd data page were able to be distinguished by setting a threshold to less than or more 0 0.5 mW/cm^2 .

[0081]It was shown that it is possible to carry out multiplex recording of the independent data page generated by intensity modulation and polarization modulation by one exposure, and to read it independently by selection of a polarization component and the threshold process of a photodetector from the above result.

[0082]

[Effect of the Invention]Since according to the optical recording method and optical recording device of this invention the polarization distribution and intensity distribution of

this optical signal are made into a hologram and multiplex recording is carried out using the optical signal which holds two or more data constellations according to polarization distribution and intensity distribution, Two or more data constellations can be recorded on the same field of an optical recording medium by one exposure multiplex, and the effect that large improvement in the speed is realizable is done so by recording the data constellation of this passage plurality on an optical recording medium simultaneously.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a sectional view showing the composition of the optical recording medium used by this invention.

[Drawing 2]It is an explanatory view for explaining the hologram by light intensity distribution, and the hologram by polarization distribution.

[Drawing 3]It is a figure showing an example of the optical recording device of this invention.

[Drawing 4]It is a sectional view showing the composition of the spatial modulation machine used by this invention.

[Drawing 5]It is a figure showing the polarization distribution of the optical signal by which polarization modulation was carried out with the spatial modulation machine.

[Drawing 6]It is a figure showing one example of the process which a data constellation multiplexes to an optical signal.

[Drawing 7]The figure showing the 1st data page that (a) records, the figure with which (b) expressed the 1st data page of (a) according to the intensity distribution of the binary, The figure showing the 2nd data page that (c) records, the figure with which (d) expressed the 2nd data page of (c) according to the polarization distribution of the binary, and (e) are the figures showing the intensity distribution and polarization distribution of an optical signal which were acquired.

[Drawing 8]It is a figure explaining the multiplex recording method and regeneration method by a hologram of this invention.

[Drawing 9]It is a figure showing other examples of the process which a data constellation multiplexes to an optical signal.

[Description of Notations]

- 1 Optical signal
- 2 Reference beam
- 3 Read light
- 4 Diffracted light

10 Optical recording medium
20 and 30 Spatial-light-modulation machine
21 Computer
22 Recording head
23 Read station
25 Intensity distribution
26 Polarization distribution
40 Light source
41 Beam splitter
42 Shutter
43, 44, 45, and 46 Lens
47 and 48 Mirror
49 Light polarizer
50 Photodetector

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-298378

(P2002-298378A)

(43) 公開日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/0065

G 1 1 B 7/0065

2 H 1 2 3

G 0 3 C 1/73

G 0 3 C 1/73

2 K 0 0 8

G 0 3 H 1/26

G 0 3 H 1/26

5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-100881(P2001-100881)

(22) 出願日 平成13年3月30日(2001. 3. 30)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 三鍋 治郎

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ

クなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 河野 克典

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ

クなかい 富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

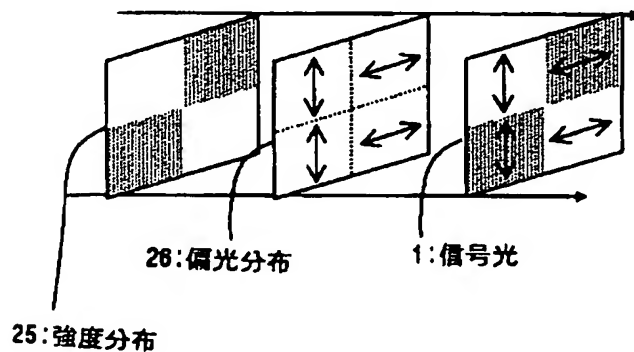
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録方法及び光記録装置

(57) 【要約】

【課題】 1回の露光により複数のデータ群をホログラムとして光記録媒体の同一領域に多重に記録することができ高速記録が可能な光記録方法、及び光記録装置を提供する。

【解決手段】 強度分布25により第1のデータ群を保持すると共に、偏光分布26により第2のデータ群を保持する信号光1を、参照光と同時に光記録媒体の所定領域に照射し、該信号光1の偏光分布26及び強度分布25をホログラムとして多重記録する。この通り複数のデータ群を同時に光記録媒体に記録することにより、従来に比べ大幅な高速化を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 偏光分布及び強度分布により複数のデータ群を保持する信号光を、参照光と同時に光記録媒体の所定領域に照射し、該信号光の偏光分布及び強度分布をホログラムとして多重記録する光記録方法。

【請求項 2】 前記信号光は、強度分布により第 1 のデータ群を保持すると共に、偏光分布により第 2 のデータ群を保持する請求項 1 に記載の光記録方法。

【請求項 3】 強度分布により第 1 のデータ群を保持する光に、第 2 のデータ群に対応した偏光分布を付与して前記信号光を生成する請求項 2 に記載の光記録方法。

【請求項 4】 前記強度分布の最小強度が 0 より大きい請求項 2 または 3 に記載の光記録方法。

【請求項 5】 前記光記録媒体は、少なくとも一面側に、光誘起屈折性を備えると共に側鎖に光異性化する基を有する高分子または高分子液晶からなる偏光感応層を有する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の光記録方法。

【請求項 6】 前記光異性化する基がアゾベンゼン骨格を含んでいる請求項 5 に記載の光記録方法。

【請求項 7】 前記高分子または高分子液晶が、ポリエステル群から選ばれた少なくとも 1 種のモノマー重合体である請求項 5 または 6 に記載の光記録方法。

【請求項 8】 所定方向の偏光の強度分布により第 1 のデータ群を保持すると共に、該所定方向とは異なる方向の偏光の強度分布により第 2 のデータ群を保持する信号光を、参照光と同時に光記録媒体の所定領域に照射し、該信号光の偏光分布及び強度分布をホログラムとして多重記録する光記録方法。

【請求項 9】 コヒーレントな光を発する光源と、前記光源からの光を変調して、偏光分布及び強度分布により複数のデータ群を保持する信号光を生成する複数の空間光変調器と、前記信号光を光記録媒体の所定領域に照射する信号光照射手段と、参照光を光記録媒体の前記所定領域に信号光と同時に照射する参照光照射手段と、を含む光記録装置。

【請求項 10】 前記複数の空間光変調器は、前記光源からの光を第 1 のデータ群に応じて強度変調して、強度分布により第 1 のデータ群を保持する信号光を生成する第 1 の空間光変調器と、前記第 1 のデータ群を保持する信号光を第 2 のデータ群に応じて偏光変調して、強度分布により第 1 のデータ群を保持すると共に偏光分布により第 2 のデータ群を保持する信号光を生成する第 2 の空間光変調器と、から構成される請求項 9 に記載の光記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光記録方法及び光記録装置に関し、特に、情報を光記録媒体にホログラム

記録する光記録方法及び光記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 コンパクト・ディスク (CD)、光磁気ディスク (MO)、デジタル・ヴァーサタイル・ディスク (DVD) 等に代表されるように、現在使用されている光メモリは平面的な二次元メモリである。近年のマルチメディア技術の発展に伴い、高速かつ大容量メモリの必要性が高まっている。しかし、現行の二次元光メモリでは、記録密度が光の回折限界により 5 Gbit/cm^2 に制限される。従って、更に高密度の記録を行うためには、情報を記録媒体の奥行き方向を含めた三次元で記録する必要がある。

【0003】 情報をホログラムの形で記録するホログラフィックメモリは、三次元光メモリであり大容量での記録が可能である。また、ホログラフィックメモリは、ページ型メモリであり、2 次元データのページ単位での一括記録・再生による高速性を合わせ持つ。このためホログラフィックメモリは、次世代の記録媒体として注目されている。

【0004】 ホログラフィとは、光波の振幅 (強度) と位相の情報を媒体に記録し、再生する技術である。レーザ光のようにコヒーレントな光を物体に照射し、物体からの反射光 (物体光) を記録媒体に入射する際に、もう 1 本のコヒーレントな光 (参照光) を同時に記録媒体に入射すると、記録媒体上に干渉縞が形成される。この干渉による光強度分布を屈折率または吸収率の変化として媒体中に記録したものがホログラムである。ホログラムが記録された記録媒体に参照光のみを入射すると、ホログラムが回折格子として働き、物体光が再生される。

【0005】 また、デジタルデータ (0 または 1 の 2 値データ) を空間光変調器を用いてオン/オフ・パターンに変換し、物体光として記録媒体に入射させることにより、デジタルデータのホログラム記録も可能である。記録媒体に参照光を照射して物体光を再生し、再生した物体光をフォトディテクタで受光して光電変換し、得られた電気信号から元の 2 値データを再生することができる。

【0006】 同一空間領域に複数個のホログラムを多重記録する方式としては、一般に、角度多重・波長多重・位相多重・球面参照光シフト多重等が知られている。中でも角度多重方式は、最も広く用いられており、この方式によれば、参照光の入射角度を変えて記録することにより異なるホログラムを記録再生できる。

【0007】 また、本出願人は、特開平 10-340479 号及び特開 2000-67459 号において、信号光または参照光の偏光方向を変えて、複数の信号光を複数のホログラムとして、光記録媒体の同一領域に多重に記録する光記録方法を提案している。この光記録方法では、信号光と参照光の直線偏光の方向を、互いに平行な方向と互いに直行する方向の 2 通りとすることによ

て、入射光の偏光状態に感応して偏光方向を記録できる光記録媒体（以下、偏光感応型の光記録媒体と称する）の同一領域に、2つの信号光を2枚のホログラムとして多重に記録することができる。

【0008】例えば、記録時に、第1段階で、信号光と参照光とともにs偏光として、偏光感応型の光記録媒体の所定領域に第1の信号光を1枚目のホログラム（光強度ホログラム）として記録する。第2段階で、参照光はs偏光のままで信号光の直線偏光の方向を90°回転させてp偏光として、光記録媒体の1枚目のホログラムが記録された領域に第2の信号光を2枚目のホログラム（偏光ホログラム）として記録する。ただし、光強度ホログラムと偏光ホログラムは、いずれを先に記録してもよい。

【0009】上記の通り、光記録媒体の同一領域に、信号光の偏光方向を変えて、空間偏光分布によりデータ群を保持する偏光ホログラムと、強度分布または位相分布によりデータ群を保持する光強度ホログラムとを、多重に記録することも可能である。

【0010】読み出し時には、光強度ホログラムと偏光ホログラムとが多重に記録された所定領域に、記録時の参照光と同一若しくは位相共役光である読出光を照射する。これにより光強度ホログラムによるs偏光成分と偏光ホログラムによるp偏光成分とを有する回折光が得られる。

【0011】得られた回折光を、偏光ビームスプリッタ等の偏光子を用いてs偏光成分とp偏光成分とに分離し、s偏光成分とp偏光成分とを別々に検出することによって、各々のホログラムにより多重記録されている2つのデータを、分離して取り出すことができる。

【0012】このように、上述した方法によれば、光記録媒体の同一領域に複数のホログラムを多重に記録し、同一領域から複数のホログラムを分離して読み出すことができるので、記録容量を従来のホログラフィックメモリの2倍にすることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように信号光の偏光方向を変えて多重記録する場合には、偏光方向が異なる信号光毎に光記録媒体を露光して各々ホログラム記録を行わなくてはならず、記録速度の面では角度多重方式等の従来の記録方式と同じであった。

【0014】本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、本発明の目的は、1回の露光により複数のデータ群を光記録媒体の同一領域に多重に記録することができ高速記録が可能な光記録方法、及び光記録装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の光記録方法は、偏光分布及び強度分布によ

り複数のデータ群を保持する信号光を、参照光と同時に光記録媒体の所定領域に照射し、該信号光の偏光分布及び強度分布をホログラムとして多重記録することを特徴とする。

【0016】本発明の光記録方法では、信号光が偏光分布及び強度分布により複数のデータ群を保持している。即ち、光の強度と偏光方向とをデータキャリアとして利用することにより、複数のデータ群を信号光に保持させることができる。この信号光を参照光と同時に光記録媒体の所定領域に照射し、該信号光の偏光分布及び強度分布をホログラムとして多重記録するので、該信号光での1回の露光により複数のデータ群を光記録媒体の同一領域に多重に記録することができる。この通り複数のデータ群を同時に光記録媒体に記録することにより、例えば2つのデータ群を同時に記録する場合は記録時間が半分になるというように、従来に比べ大幅な高速化を実現することができる。

【0017】ホログラム記録を行うための信号光としては、強度分布により第1のデータ群を保持すると共に、偏光分布により第2のデータ群を保持する信号光が好ましい。このような信号光は、強度分布により第1のデータ群を保持する光に、第2のデータ群に対応した偏光分布を付与して生成することができる。第1のデータ群を強度分布により表す場合には、強度分布の最小強度が0より大きいことが好ましい。

【0018】光誘起複屈折性（光誘起2色性または光誘起異方性とも呼ばれる）を示す材料は、これに入射する光の偏光状態に感応し、入射光の偏光方向を記録することができる。この中でも、側鎖に光異性化する基を有する高分子または高分子液晶は記録特性に優れている。従って、光記録媒体としては、少なくとも一面側に、光誘起複屈折性を備えると共に側鎖に光異性化する基を有する高分子または高分子液晶からなる偏光感応層を設けたものが好ましい。光異性化する基としては、アゾベンゼン骨格を含むものが好ましく、高分子または高分子液晶としては、ポリエステル群から選ばれた少なくとも1種のモノマー重合体が好ましい。

【0019】また、所定方向の偏光の強度分布により第1のデータ群を保持すると共に、該所定方向とは異なる方向の偏光の強度分布により第2のデータ群を保持する信号光を、参照光と同時に光記録媒体の所定領域に照射し、該信号光の偏光分布及び強度分布をホログラムとして多重記録するようにしてもよい。

【0020】本発明の光記録装置は、コヒーレントな光を発する光源と、前記光源からの光を変調して、偏光分布及び強度分布により複数のデータ群を保持する信号光を生成する複数の空間光変調器と、前記信号光を光記録媒体の所定領域に照射する信号光照射手段と、参照光を光記録媒体の前記所定領域に信号光と同時に照射する参照光照射手段と、を含んで構成したことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0021】本発明の光記録装置では、複数の空間光変調器により光源から発せられたコヒーレントな光を変調して、偏光分布及び強度分布により複数のデータ群を保持する信号光を生成する。即ち、複数の空間光変調器により、光源から発せられたコヒーレントな光の強度と偏光方向とを変調して、複数のデータ群を保持させた信号光を生成することができる。信号光照射手段はこの信号光を光記録媒体の所定領域に照射し、参照光照射手段は参照光を光記録媒体の前記所定領域に信号光と同時に照射して、該信号光の偏光分布及び強度分布をホログラムとして多重記録するので、該信号光での1回の露光により複数のデータ群を光記録媒体の同一領域に多重に記録することができる。

【0022】複数の空間光変調器は、例えば、光源からの光を第1のデータ群に応じて強度変調して強度分布により第1のデータ群を保持する信号光を生成する第1の空間光変調器と、第1のデータ群を保持する信号光を第2のデータ群に応じて偏光変調して強度分布により第1のデータ群を保持すると共に偏光分布により第2のデータ群を保持する信号光を生成する第2の空間光変調器と、から構成することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0024】まず、本発明で使用する偏光応答型の光記録媒体について説明する。

【0025】図1(A)に示すように、偏光応答型の光記録媒体10は、ガラス基板などの透明基板11の一面側に光誘起複屈折性を示す偏光応答層12を形成して構成されている。記録時の信号光1および参照光2は、図示するように偏光応答層12側から照射する。体積型

(3次元)の記録を実現するには、偏光応答層12の厚さは、少なくとも10 μ m程度必要であり、大きい方が望ましい。偏光応答層12の厚さを1mmにすると、CD-ROMの100枚程度の記録容量を得ることができる。

【0026】なお、偏光応答型の光記録媒体は、図1

(B)に示すように、光記録媒体10全体を光誘起複屈折性を示す偏光応答層12で形成してもよい。この場合の偏光応答層12、すなわち光記録媒体10の厚みは、図1(A)の偏光応答層12の厚みと同じにする。

【0027】図1(A)及び(B)のいずれの場合においても、光記録媒体10は全体としてシート状に、すなわち厚みに比べて十分大きな広がりを持つように形成する。また、光記録媒体10はディスク形状とするのが好ましい。

【0028】偏光応答層12は、光誘起複屈折性を示し、信号光1と参照光2との間の偏光角の値に拘らず上記の偏光ホログラムを記録できる材料であれば、どのような材料で構成されていてもよい。好適な材料として

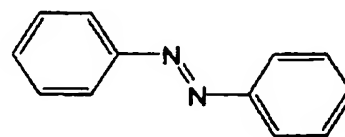
は、側鎖に光異性化する基を有する高分子または高分子液晶、または光異性化する分子を分散させた高分子を挙げることができる。また、光異性化する基または分子としては、例えば、アゾベンゼン骨格を含むものが好適である。

【0029】アゾベンゼンは、光の照射によってトランス型の光異性化を示す。トランス型になると下記化学式(A)に示す分子構造になり、シス型になると下記化学式(B)に示す分子構造になる。シス型は熱的に不安定であるため、アゾベンゼンは光励起される前はトランス型が多く存在し、トランス型は光励起によりシス型に異性化する。更に、アゾベンゼンに直線偏光の光を照射すると、光異性化に方向性を生じ、アゾベンゼンの配向変化が引き起こされる。その結果、吸収率や屈折率に方向性が現れる。一般に、これらの性質は、光誘起複屈折性、光誘起2色性、または光誘起異方性と呼ばれている。また、円偏光または無偏光の光を照射することによって、これら励起された異方性を消去することができる。

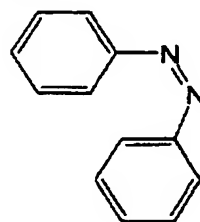
【0030】

【化1】

化学式(A)



化学式(B)

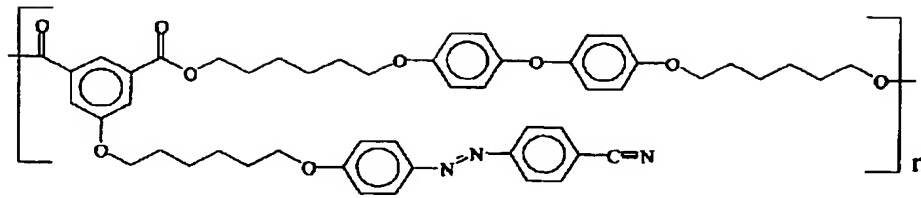


【0031】偏光応答層12の材料の好適な例として、下記の化学式で表される側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルを挙げることができる。このポリエステルは、側鎖のシアノアゾベンゼンの光異性化による光誘起異方性に起因して、信号光の偏光方向をホログラムとして記録できる("Holographic recording and retrieval of polarized light by use of polyester containing cyanoazobenzene units in the side chain", K. Kawano, T. Ishii, J. Minabe, T. Niitsu, Y. Nishikata and K. Baba, Opt. Lett. Vol. 24 (1999) pp. 1269-1271)。

【0032】

【化2】

7
化学式(C)



【0033】上記のポリエステル材料からなる偏光感
層12を備えた光記録媒体10は、ポリエステルのクロ
ロホルム溶液を洗浄したガラス基板上にキャストし乾燥
させることによって作製することができる。膜厚20 μ
mの偏光感応層12が形成された光記録媒体10の吸収
スペクトルを測定したところ、アゾベンゼンの $\pi-\pi^*$
遷移に相当する365nm付近にピークを有するスペク
トルが得られた。

【0034】なお、光記録媒体の作製方法はこれに限ら
れるものではなく、偏光感応層12の材料を基板上にス
ピンコートして光記録媒体を作製してもよく、偏光感
層12の材料を平行平板セルへ注入して光記録媒体を作
製してもよい。また、フィルム状基板に偏光感応層12
の材料をホットプレスにより接着して光記録媒体を作
製してもよい。

【0035】このアゾベンゼンを側鎖に有する高分子ま
たは高分子液晶、またはアゾベンゼンを分散させた高
分子を偏光感応層12として備える光記録媒体10に、ホ
ログラムを記録する場合、それぞれコヒーレントな信号
光1および参照光2を、光記録媒体10の同一領域に同
時に照射する。

【0036】この場合、信号光1と参照光2の偏光方向
が互いに平行なとき、例えば、図2(A)に示すよう
に、信号光1と参照光2がともにs偏光のときには、光
記録媒体10中に、信号光1と参照光2の2光波干渉に
より光強度分布を生じる。そして、光強度の強いところ
のみ、アゾベンゼンの配向変化が引き起こされる。従っ
て、光強度分布に対応した吸収率または屈折率の格子が
ホログラムとして記録される。

【0037】これに対して、信号光1と参照光2の偏光
方向を互いに直交させたとき、例えば、図2(B)に示
すように、信号光1をp偏光とし、参照光2をs偏光と
したときには、信号光1と参照光2の偏光方向が互いに
平行なときのような光強度分布は生じない。その代わり
に、偏光方向が空間的・周期的に変調され、直線偏光部
分8と楕円偏光部分9が交互に周期的に現れる。

【0038】この場合、光強度分布は一樣となるが、変
調された偏光分布に応じてアゾベンゼンの配向変化が引
き起こされるので、空間的に方向性の異なる吸収率また
は屈折率の型の格子がホログラムとして記録される。

【0039】以後、図2(A)のように信号光1と参照

光2の偏光方向が平行なときの光強度分布によるホログ
ラムを光強度ホログラムと称し、図2(B)のように信
号光1と参照光2の偏光方向が直交するときの偏光分布
によるホログラムを偏光ホログラムと称する。

【0040】このように、アゾベンゼンを側鎖に有する
高分子または高分子液晶、またはアゾベンゼンを分散さ
せた高分子を偏光感応層12として備える光記録媒体1
0によれば、信号光1と参照光2の偏光方向が平行であ
っても直交していても、アゾベンゼンの異方性が誘起さ
れる結果、ホログラムを記録することができる。

【0041】上記の各々の場合にホログラム読出光3の
偏光方向を参照光2の偏光方向と同じ方向とすれば、信
号光1と同じ偏光状態を持つ回折光4を得ることができ
る。また、記録されたホログラムは室温自然光のもとで
数年以上緩和なく保持される。

【0042】図3に本発明の光記録装置の一例を示す。
この光記録装置は、記録された情報の読み出し(再生)
にも使用することができる。

【0043】図3に示すように、この光記録装置は、光
記録媒体10の所定領域に信号光1及び参照光2を同時
に照射してホログラムを記録する記録ヘッド22と、記
録されたホログラムによる回折光4を読み取る読取り部
23と、を備えている。

【0044】記録ヘッド22は、コヒーレントな光を発
する光源40、光源40からの光を信号光用及び参照光
用の二光波に分けるビームスプリッタ41、ビームスプ
リッタ41を透過した光波を平行光化するレンズ43及
び44、平行光化された光波を強度変調する第1の空間
光変調器20、強度変調された光波を偏光変調する第2
の空間光変調器30、強度変調及び偏光変調された信号
光1を光記録媒体10の所定領域に集光する集光レンズ
45、及びビームスプリッタ41で反射された光波を参
照光2として光記録媒体10の所定領域に導くミラー4
7、48を備えている。

【0045】また、ビームスプリッタ41とレンズ43
の間には、信号光用の光波を遮断するシャッター42
が配置されている。読み出し時にはこのシャッター42
を閉じて信号光1を遮断し、ビームスプリッタ41で反
射された参照光2だけを読出光として光記録媒体10に
入射させる。

【0046】一方、読取り部23は、回折光4を平行光

化するレンズ46、回折光4に含まれる所定の偏光成分を分離する偏光ビームスプリッタ等の偏光子49、及び偏光子49を介して入射される回折光を検出するCCD等の光検出器50を備えている。

【0047】なお、第1の空間光変調器20及び第2の空間光変調器30は、各々コンピュータ21に接続され、各々コンピュータ21により制御されている。

【0048】光源40としては、光記録媒体10の偏光感応層12の材料に感度があり、且つコヒーレントな光を発するものを使用することができる。側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルを偏光感応層12に用いる場合には、光記録媒体10の吸収ピークの裾に対応する発振波長515nmのアルゴンイオンレーザを光源に使用するのが好ましい。

【0049】第1の空間光変調器20としては、液晶等の電気光学変換材料の両面に透明電極を形成した透過型の空間光変調器を用いることができる。このタイプの空間光変調器としては、プロジェクタ用の液晶パネルを挙げることができる。プロジェクタ用の液晶パネルは、図4に示すように、電気光学変換部材の一つである液晶121の両面に電極122、123を形成した透過型の液晶セル124を備えている。液晶セル124の両側、即ち入出力側には、偏光板126、127が配置されている。

【0050】第2の空間光変調器30としては、第1の空間光変調器20と同様に、液晶等の電気光学変換材料の両面に透明電極を形成した透過型の空間光変調器を用いることができる。但し、偏光変調を可能にするために、上記のプロジェクタ用の液晶パネルを用いる場合には、少なくとも出力側に配置された偏光板を取り除く必要がある。

【0051】この偏光変調を行う空間光変調器では、2次元的に複数の画素を形成して、それぞれの画素を1/2波長板として機能させ、それぞれの画素に2次元データの対応するビットの情報を電圧印加の有無として与えることにより、それぞれの画素に入射する光の偏光を変調する。

【0052】例えば、図5に示すように、入射光6はs偏光として空間光変調器30に入射させる。そして、空間光変調器30の電圧が印加されない画素では、1/2波長板の軸が入射光6の偏光方向と平行となり、この画素を透過した信号光1aはs偏光となる。これに対して、空間光変調器30の電圧が印加された画素は、1/2波長板の軸が45°回転して、入射光6の偏光方向を90°回転させ、この画素を透過した信号光1bはp偏光となる。このように、空間光変調器30を通過した信号光1は、空間光変調器30に与えられた2次元データに対応した空間偏光分布を有するものとなる。

【0053】光源40から出力されたコヒーレント光は、ビームスプリッタ41により信号光用及び参照光用

の二光波に分けられる。ビームスプリッタ41を透過した光波はレンズ43および44により光径の大きな平行光とされる。その後、平行光化された光波は、第1の空間光変調器20により強度変調され、第2の空間光変調器30により偏光変調されて、信号光1が生成される。

【0054】図6にデータ群が多重化される過程を示す。最初に、入射された光波が第1の空間光変調器20により第1のデータ群に応じて強度変調され、第1のデータ群に対応した強度分布25を有する光波が生成される。次に、強度変調された光波が第2の空間光変調器30により、第2のデータ群に応じて偏光変調され、第2のデータ群に対応した偏光分布26を付与された信号光1が生成される。即ち、得られた信号光1にはデータ群が多重化されており、信号光1は、強度分布25により第1のデータ群を保持すると共に、偏光分布26により第2のデータ群を保持している。

【0055】便宜上2×2画素または2×2ビットのデータ情報を保持させる場合を例に、データ情報が多重化について詳しく説明する。

【0056】図7(a)に第1のデータ群(データページ)を示す。第1の空間光変調器20により、図7

(a)に示すデータページに対応して、データ“0”に対応する画素の光強度が I_0 、データ“1”に対応する画素の光強度が I_1 ($I_0 < I_1$)となるように、入射された光波を変調し、2値の強度分布により表されたデジタルデータを生成する(図7(b))。即ち、データ“0”に対応する画素が“暗”の画素であり、データ“1”に対応する画素が“明”の画素である。ここで $I_0 \neq 0$ であり、空間光変調器20の全ての画素は光を透過させる。 $I_0 \neq 0$ とすることにより、次に示すように全画素について偏光変調した光波を得ることができる。

【0057】図7(c)に第2のデータ群(データページ)を示す。第1の空間光変調器20により強度変調された光波は、次に、第2の空間光変調器30に入射する。第1の空間光変調器20を透過した光波は、第1の空間光変調器20の偏光板により所定の偏光方位を有している。第2の空間光変調器30により、図7(c)に示すデータページに対応して、データ“0”に対応する画素の偏光方位が0°(p偏光)、データ“1”に対応する画素の偏光方位が90°(s偏光)となるように、入射された光波を変調し、2値の偏光分布により表されたデジタルデータを生成する(図7(d))。

【0058】最終的に2つの空間変調器によって変調された光波が信号光1となるので、上記の場合は、図7

(e)に示すように、得られた信号光1には、強度変調により第1のデータページがコード化され、偏光変調により第2のデータページがコード化される。

【0059】上記の多重化方式では、2つの空間光変調器を多段に結合させることにより、光の伝播するスピードで1つの光波に2つのデータページを多重コード化す

10

20

30

40

50

ることができる。また、上記では便宜上 2×2 画素を例に説明したが、例えば、 1000×1000 画素の空間光変調器を利用すれば、1度に100万ビットのデータページを高速に多重コード化することができる。

【0060】記録時には、図3及び図8(a)に示すように、強度変調及び偏光変調された信号光1は、レンズ45により縮小またはフーリエ変換されて、光記録媒体10の所定領域に照射される。一方、ビームスプリッタ41で反射された参照光2は、ミラー47及び48で反射されて光記録媒体10の所定領域に導かれ、光記録媒体中で信号光1と交差するように光記録媒体10に入射される。このように信号光1と参照光2とを同一領域に同時に照射することによりホログラム記録を行う。

【0061】再生時には、図3及び図8(b)に示すように、シャッター42を閉じて信号光1を遮断し、参照光2のみを読出光3として光記録媒体10に照射する。読出光3は、あたかも信号光1が光記録媒体10を透過したかのように回折される。回折された光波(回折光4)は、これをレンズ46により光検出器50に結像させる。この回折光4は信号光1と同じ偏光分布を保持し、且つ信号光1に比例した強度分布を保持している。

【0062】第1のデータ群は、光検出器50で検出された回折光4の強度分布から読み取ることができる。第1のデータ群を読み取る場合には、強度分布を損なわないように、回折光4の光路に配置された偏光子49の透過軸を 45° に設定すれば良い。回折光4の強度は信号光1に比例するので、その比例係数を α とすると、データ“0”に対応する“暗”の画素の光強度は αI_0 となり、データ“1”に対応する“明”の画素の光強度は αI_1 となる。ここで、閾値を αI_0 と αI_1 の間に設定することにより、第1のデータページの各ビット値である“1”と“0”とを判別することができる。

【0063】また、第2のデータ群を読み取るに当っては、偏光子49により回折光4の 0° 偏光成分または 90° 偏光成分のいずれかを分離し、分離された偏光成分を光検出器50で検出する。第2のデータ群は、この光検出器50で検出された偏光成分の強度分布から読み取ることができる。

【0064】例えば 90° 偏光成分を分離した場合について説明すると、回折光4の偏光方位が 0° の偏光の画素(第2のデータページの“0”に対応)に対応する部分は、偏光子49を透過しないので光強度は0である。回折光4の偏光方位が 90° の s 偏光の画素(第2のデータページの“1”に対応)に対応する部分は、 βI_0 と βI_1 のいずれかの光強度となる。ここで β は比例係数である。即ち、回折光4の 90° 偏光成分の光強度は信号光1に比例するので、第1のデータページが“1”と“0”の2値で表されている場合には、対応する画素の光強度はそれぞれ βI_0 と βI_1 となる。そこで、 $I_0 < I_1$ の場合は、閾値を βI_0 と0の間に設定することに

より、第2のデータページの各ビット値である“1”と“0”とを判別することができる。

【0065】以上の通り、本発明の光記録方法及び光記録装置では、強度分布及び偏光分布により独立した複数のデータ群が多重化された信号光を、1回の露光によって多重記録することができる。また、記録されたホログラムに基づき再生された回折光から、偏光成分の選択と光検出器の閾値処理により、複数のデータ群を独立に読み出すことができる。

【0066】上記では、入射された光波を第1の空間光変調器により第1のデータ群に応じて強度変調し、次に、強度変調された光波を第2の空間光変調器により第2のデータ群に応じて偏光変調して信号光を生成する例について説明したが、変調方法はこれに限定されない。

【0067】例えば、偏光変調した後に強度変調しても良い。即ち、偏光分布により第1のデータ群を保持する光に、第2のデータ群に対応した強度分布を付与して信号光を生成することができる。

【0068】また、偏光方位の異なる光波を各々強度変調して合波してもよい。即ち、所定方向の偏光の強度分布により第1のデータ群を保持すると共に、該所定方向とは異なる方向の偏光の強度分布により第2のデータ群を保持する信号光を生成することができる。例えば、図9に示すように、偏光方位が 0° の光波(p偏光)を第1の空間光変調器20により第1のデータ群に応じて強度変調すると共に、偏光方位が 90° の光波(s偏光)を第2の空間光変調器30により第2のデータ群に応じて強度変調する。そして、強度変調されたp偏光27と強度変調されたs偏光28とを合波して信号光1を生成する。得られた信号光1には、p偏光の強度変調により第1のデータページがコード化され、s偏光の強度変調により第2のデータページがコード化されている。

【0069】更に、上記のホログラムの多重記録方式は、角度多重方式やシフト多重化方式など、他の多重記録方式と併用して実施することも可能である。

【0070】上記では、強度変調を第1の空間光変調器で行い、偏光変調を第2の空間光変調器で行っているが、強度変調用の空間光変調器と偏光変調用の空間光変調器とに分ける必要は無く、第1の空間光変調器及び第2の空間光変調器の両方で、強度変調と偏光変調を行ってもよい。

【0071】

【実施例】次に、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0072】光記録媒体としては、前記化学式(C)で表されるシアノアゾベンゼンを側鎖に持つポリエステルを偏光感応層に用いた偏光感応型の光記録媒体を用いた。前記化学式(C)で表されるシアノアゾベンゼンを側鎖に持つポリエステルのクロロホルム溶液を、洗浄し

たガラス基板上にキャストし乾燥させることにより基板上に膜厚 $20\ \mu\text{m}$ の偏光感応層を形成し、光記録媒体を作製した。光記録媒体の吸収スペクトルを測定したところ、アゾベンゼンの $\pi-\pi^*$ 遷移に相当する $365\ \text{nm}$ 付近にピークを有するスペクトルが得られた。

【0073】ホログラム記録及び再生には、図3に示す構成の光記録装置を使用した。この光記録装置の光源40には、発振波長 $515\ \text{nm}$ のアルゴンイオンレーザを使用した。この波長は光記録媒体の吸収ピークのすそに対応する。第1の空間光変調器20及び第2の空間光変調器30には、1画素の大きさが $42\ \mu\text{m} \times 42\ \mu\text{m}$ で 640×480 画素のプロジェクタ用液晶パネル1、3型を用いた。但し、第1の空間光変調器20の出力側には偏光板が配置されており、第1のデータ群に対応した強度変調を行うことができる。一方、第2の空間光変調器30の出力側には偏光板が無く、第2のデータ群に対応した偏光変調を行うことができる。ここで、第1の空間光変調器20と第2の空間光変調器30は、画素単位でマッチングさせる構成とした。

【0074】図3に示すように、光源40から出力されたレーザ光は、ビームスプリッタ41によって2光波に分離される。ビームスプリッタ41の透過光はレンズ43および44によって光径の大きな平行光にされる。その後、第1の空間光変調器20及び第2の空間光変調器30を透過し、レンズ45によって光記録媒体10に集光される。一方、ビームスプリッタ41の反射光はミラー47及び48により反射されて参照光2となり、光記録媒体10中で信号光1と交差するように入射される。第1の空間光変調器20及び第2の空間光変調器30の各々をコンピュータ21により制御し、入射された光波を強度変調及び偏光変調して信号光1を生成した。

【0075】第1の空間光変調器20では、図7(a)に示すデジタルデータ(第1のデータ)に基づいて強度変調を行った。データ“1”に対応する画素の光強度を最大透過光強度(“明”状態)とし、データ“0”に対応する画素の光強度を“明”状態の50%の光強度(“暗”状態)として、図7(b)に示す2値の強度分布で表されたデジタルデータを生成した。

【0076】第2の空間光変調器30では、図7(c)に示すデジタルデータ(第2のデータ)に基づいて強度変調を行った。データ“0”に対応する画素の偏光方位が 0° に回転し(p偏光)、データ“1”に対応する画素の偏光方位が 90° に回転する(s偏光)ようにして、図7(d)に示す2値の偏光分布で表されたデジタルデータを生成した。

【0077】信号光1を参照光2と共に光記録媒体10に照射することで、複数のホログラムが記録された。ここで、記録露光量は約 $1\ \text{J}/\text{cm}^2$ とした。

【0078】読み出し時には、信号光1の光路上に配置されたシャッター42を閉じて、信号光1を遮断し、参

照光2だけを光記録媒体10に入射させた。回折光4をレンズ46によってCCDで構成した光検出器50に結像させ、データ画像を読み取った。読出光3の光強度は $10\ \text{mW}/\text{cm}^2$ とした。ここで、読出光3には記録時の参照光2と同じ波長の光を用いたが、記録したホログラムのブラッグ条件を満たす光路となればよく、参照光2と異なる波長の読出光3を用いてもよい。アゾベンゼンの吸収ピークから大きく離れた波長を用いることにより、光記録媒体10による吸収損失を低減するとともに、記録したホログラムの非破壊読み出しを実現することができる。

【0079】読み出された回折光4の 45° 偏光成分を偏光子49によって分離した。分離された偏光成分は光検出器50によって検出された。回折光4の 45° 偏光成分は、第1のデータページに対応して、図7(b)に示した強度分布を示した。なお、回折光4の 45° 偏光成分の強度は信号光1に比例しており、本実施例の条件では、読み出し時の回折効率が約10%であった。また、偏光子49の方位は回折光4の偏光方位と 45° を成すので、回折光4の光強度は偏光子49を透過することにより $1/2$ となる。従って、データ“1”に対応する“明”状態の画素の光強度を約 $0.5\ \text{mW}/\text{cm}^2$ 、データ“0”に対応する“暗”状態の画素の光強度を約 $0.25\ \text{mW}/\text{cm}^2$ と見積もることができる。閾値を両者の間に設定することによって、第1のデータページの各ビット値である“1”と“0”とを判別することができた。

【0080】次に、第2のデータページを読み取るために偏光子49によって 90° 偏光成分を分離した。回折光4の偏光方位が 0° のp偏光の画素(第2のデータページの“0”に対応)は、偏光子49を透過しないので光強度は0である。回折光4の偏光方位が 90° のs偏光の画素(第2のデータページの“1”に対応)は、第1のデータページのデータ“1”に対応する画素の場合は光強度が約 $1.0\ \text{mW}/\text{cm}^2$ となり、データ“0”に対応する画素の場合は光強度がその $1/2$ である約 $0.5\ \text{mW}/\text{cm}^2$ となる。そこで、閾値を0以上 $0.5\ \text{mW}/\text{cm}^2$ 未満に設定することによって、第2のデータページの各ビット値である“1”と“0”とを判別することができた。

【0081】以上の結果より、強度変調及び偏光変調により生成した独立のデータページを、1回の露光によって多重記録し、偏光成分の選択と光検出器の閾値処理によって、独立に読み出すことが可能であることを示した。

【0082】

【発明の効果】本発明の光記録方法及び光記録装置によれば、偏光分布及び強度分布により複数のデータ群を保持する信号光を用い、この信号光の偏光分布及び強度分布をホログラムとして多重記録するので、1回の露光に

より複数のデータ群を光記録媒体の同一領域に多重に記録することができ、この通り複数のデータ群を同時に光記録媒体に記録することにより、大幅な高速化を実現することができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明で用いる光記録媒体の構成を示す断面図である。

【図 2】光強度分布によるホログラムと偏光分布によるホログラムとを説明するための説明図である。

【図 3】本発明の光記録装置の一例を示す図である。

【図 4】本発明で用いる空間変調器の構成を示す断面図である。

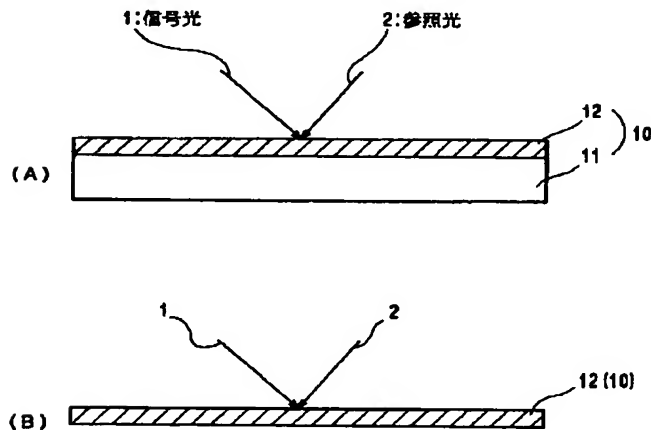
【図 5】空間変調器により偏光変調された信号光の偏光分布を示す図である。

【図 6】信号光にデータ群が多重化される過程の 1 例を示す図である。

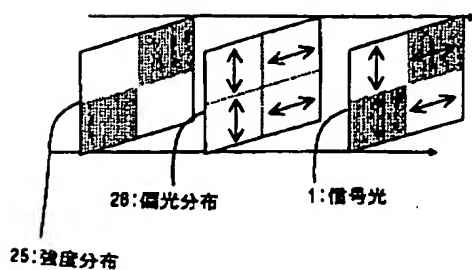
【図 7】(a) は記録する第 1 のデータページを示す図、(b) は (a) の第 1 のデータページを 2 値の強度分布により表した図、(c) は記録する第 2 のデータページを示す図、(d) は (c) の第 2 のデータページを 2 値の偏光分布により表した図、(e) は得られた信号光の強度分布及び偏光分布を示す図である。

【図 8】本発明のホログラムによる多重記録方法及び再*

【図 1】



【図 6】



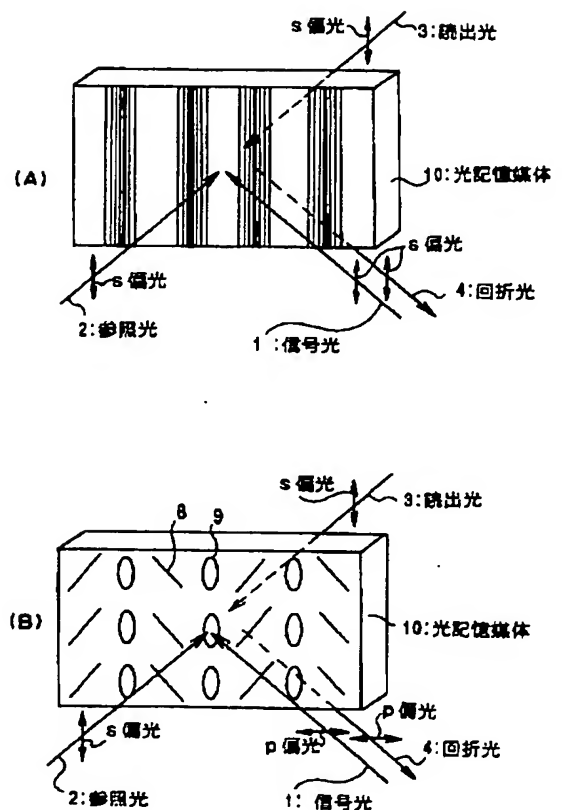
* 生方法を説明する図である。

【図 9】信号光にデータ群が多重化される過程の他の例を示す図である。

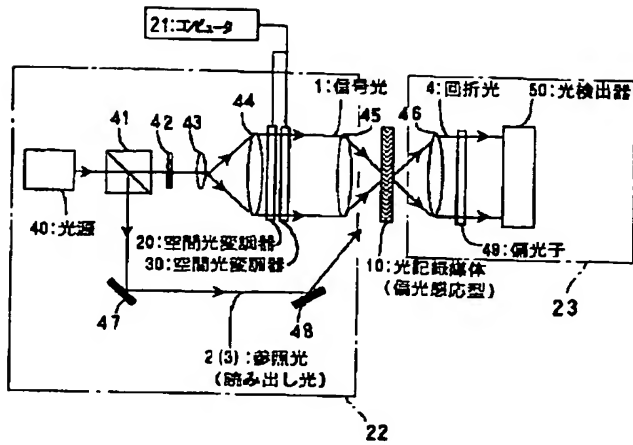
【符号の説明】

- 1 信号光
- 2 参照光
- 3 読出光
- 4 回折光
- 10 光記録媒体
- 20、30 空間光変調器
- 21 コンピュータ
- 22 記録ヘッド
- 23 読取り部
- 25 強度分布
- 26 偏光分布
- 40 光源
- 41 ビームスプリッタ
- 42 シャッタ
- 43、44、45、46 レンズ
- 47、48 ミラー
- 49 偏光子
- 50 光検出器

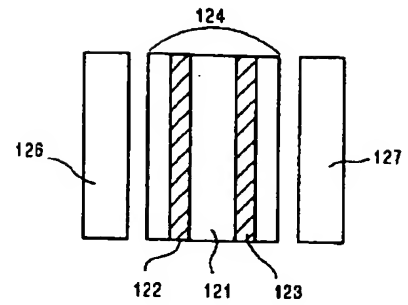
【図 2】



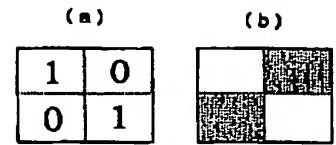
【図3】



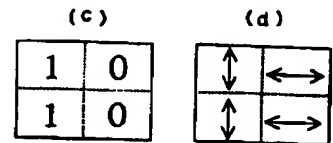
【図4】



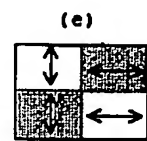
【図7】



第1のデータ

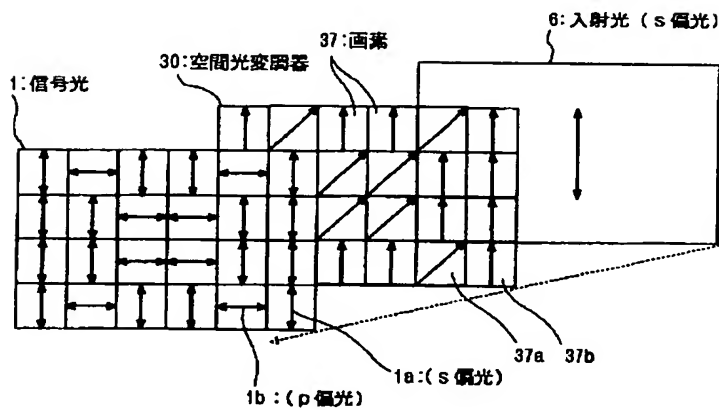


第2のデータ

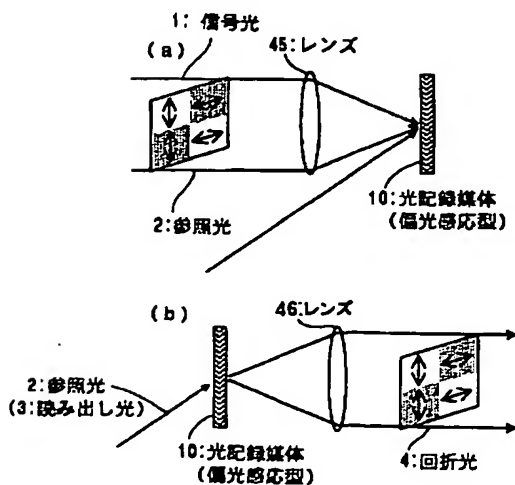


1:信号光

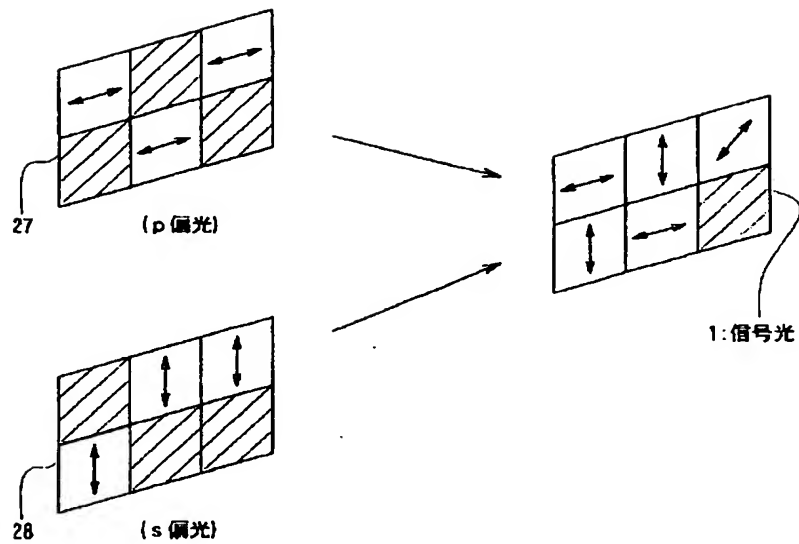
【図5】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H123 AE00 AE01 CA00 CA01 CA22
 CB00 CB02 EA08
 2K008 AA04 BB04 BB05 BB06 CC01
 DD12 FF07 HH01 HH11 HH12
 HH13 HH26
 5D090 BB09 CC01 CC14 CC16 DD03
 DD05 EE01 HH01 LL08